

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

23.1.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

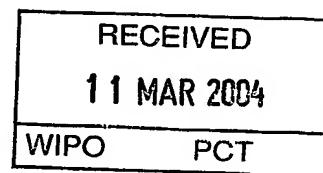
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年12月26日

出願番号  
Application Number: 特願2002-377097

[ST. 10/C]: [JP2002-377097]

出願人  
Applicant(s): 新日本製鐵株式会社

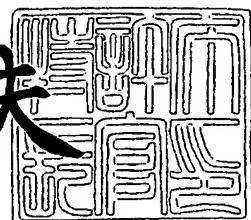


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月 26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PG141226-4  
【提出日】 平成14年12月26日  
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
【国際特許分類】 C22C 38/00 301  
C22C 38/06  
C22C 38/04

## 【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋  
製鐵所内

【氏名】 谷口 裕一

## 【発明者】

【住所又は居所】 愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋  
製鐵所内

【氏名】 岡本 力

## 【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100078101

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 綿貫 達雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100059096

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 名嶋 明郎



## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085523

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 文夫

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038955

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 質量%で、C : 0.02~0.08%、Si : 0.50%以下、Mn : 0.50~3.50%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Al : 0.4 ~2.0 %、かつ  $Mn + 0.5 \times Al < 4$  式 (A) 、及び Ti : 0.003 ~0.20%、Nb : 0.003 ~0.04%、V : 0.003 ~0.20%の1種または2種以上を含有し、残部鉄及び不可避的不純物からなる鋼組成の高強度熱延鋼板であって、該鋼板の金属組織が粒径  $2 \mu m$  以上のフェライトの割合が40% 以上であるフェライトとベイナイトの二相組織で、引張強度が  $590N/mm^2$  以上であることを特徴とする穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板。

【請求項 2】 質量%で、更に、Ca : 0.0005~0.01%、Zr : 0.0005~0.01%、REM : 0.0005~0.05%、の1種または2種以上を含有する請求項 1 に記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板。

【請求項 3】 質量%で、更に、Mg : 0.0005~0.01%含有する請求項 1 または請求項 2 に記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板。

【請求項 4】 質量%で、C : 0.02~0.08%、Si : 0.50%以下、Mn : 0.50~3.50%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Al : 0.4 ~2.0 %、かつ  $Mn + 0.5 \times Al < 4$  式 (A) 、及び Ti : 0.003 ~0.20%、Nb : 0.003 ~0.04%、V : 0.003 ~0.20%の1種または2種以上を含有し、残部鉄及び不可避的不純物からなる鋼組成の鋳片を、圧延終了温度を  $Ar_3$  点以上として熱間圧延を終了したのち  $20^{\circ}C/sec$  以上の冷却速度にて  $650 \sim 800^{\circ}C$  にまで冷却し、次いで2 ~15秒空冷したのち、さらに  $20^{\circ}C/sec$  以上の冷却速度にて  $350 \sim 600^{\circ}C$  に冷却して巻き取ることを特徴とする穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項 5】 鋳片に、質量%で、更に、Ca : 0.0005~0.01%、Zr : 0.0005~0.01%、REM : 0.0005~0.05%、の1種または2種以上を含有する請求項 4 に記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項 6】 鋳片に、質量%で、更に、Mg:0.0005~0.01%含有する請求項4または5に記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主としてプレス加工される自動車足廻り部品等を対象とし、0.6~6.0mm程度の板厚で、590N/mm<sup>2</sup>以上の強度を有する穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献1】特開平4-88125号公報

【特許文献2】特開平3-180426号公報

【特許文献3】特開平6-172924号公報

【特許文献4】特開平7-11382号公報

【特許文献5】特開平6-200351号公報

【特許文献6】特開平6-293910号公報

【特許文献7】特開2002-180190号公報

【0003】

近年、自動車の環境問題を契機に燃費改善対策としての車体軽量化、部品の一体成形化、加工工程の合理化によるコストダウンのニーズが強まり、プレス加工性に優れた高強度熱延鋼板の開発が進められてきた。従来、かかる高い加工性を有する高強度熱延鋼板としては、フェライト・マルテンサイト組織、フェライト・ベイナイト組織からなる混合組織のもの、或いはベイナイト、フェライト主体のほぼ単相組織のものが広く知られている。

【0004】

しかし、フェライト・マルテンサイト組織においては、変形の初期からマルテンサイトの周囲にミクロボイドが発生して割れを生じるため、穴抜け性に劣る問題があり、足廻り部品等の高い穴抜け性が要求される用途には不向きであった。

## 【0005】

また、特開平4-88125号公報、特開平3-180426号公報には、ベイナイトを主体とした組織を有する鋼板が開示されているが、ベイナイトを主体とした組織であるため穴抜け性は優れるものの、軟質なフェライト相が少ないので延性に劣る。さらに、特開平6-172924号公報、特開平7-11382号公報ではフェライトを主体とした組織を有する鋼板が開示されているが、同様に穴抜け性は優れているものの、強度を確保するために硬質な炭化物を析出させているので延性に劣る。

## 【0006】

また、特開平6-200351号公報にはフェライト・ベイナイト組織を有する穴抜け性、延性に優れた鋼板が開示されており、特開平6-293910号公報には2段冷却を用いることによってフェライト占有率を制御することで穴抜け性、延性が両立する鋼板の製造方法が開示されている。しかしながら、自動車のさらなる軽量化、部品の複雑化等を背景にさらに高い穴抜け性、延性が求められ、最近の高強度熱延鋼板には上記した技術では対応しきれない高度な加工性が求められている。

## 【0007】

更に、特開2002-180190号公報には、穴抜け性及び延性に優れた高強度熱延鋼板に関する発明が開示してある。穴抜け性及び延性の相反する特性には優れた高強度熱延鋼板が得られたが、熱延工程で、Siスケールと呼ばれる表面の凹凸疵が発生する場合があり、製品での外観が損なわれる場合が生じた。また、足回り部品等の高強度熱延鋼板は、通常、プレス成形した後に化成処理と塗装が施される。しかし、化成皮膜の生成が良くない（化成処理性が悪い）ケースや、塗装後の塗膜の密着が悪いケースなどの問題が生じる場合があった。これらの問題は、鋼中の多量のSi含有が原因と考えられている。このように、高強度熱延鋼板には、Siがよく使用されるが、各種のトラブルが生じている。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記した従来の問題点を解決するためになされたものであって、590N

/mm<sup>2</sup>以上の高強度化に伴う穴抜け性と延性の低下を防ぎ、かつSiスケールの発生を防いだ、穴抜け性、延性に優れた高強度熱延鋼板において、化成処理性を格段に向上するものである。即ち、本発明は穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板およびその鋼板の製造方法を提供することを目的とする。

### 【0009】

#### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するためになされた本発明の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板は、

(1) 質量%で、C:0.02~0.08%、Si:0.50%以下、Mn:0.50~3.50%、P:0.03%以下、S:0.01%以下、Al:0.4~2.0%、かつMn+0.5×Al<4···式(A)、及びTi:0.003~0.20%、Nb:0.003~0.04%、V:0.003~0.20%の1種または2種以上を含有し、残部鉄及び不可避的不純物からなる鋼組成の高強度熱延鋼板であって、該鋼板の金属組織が粒径2μm以上のフェライトの割合が40%以上であるフェライト・ベイナイトの二相組織で、強度が590N/mm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板。

(2) 質量%で、更に、Ca:0.0005~0.01%、Zr:0.0005~0.01%、REM:0.005~0.05%、の1種または2種以上を含有する前記(1)記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板。

(3) 質量%で、更に、Mg:0.0005~0.01%含有する前記(1)または(2)記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板。

(4) 質量%で、C:0.02~0.08%、Si:0.50%以下、Mn:0.50~3.50%、P:0.03%以下、S:0.01%以下、Al:0.4~2.0%、かつMn+0.5×Al<4···式(A)、及びTi:0.003~0.20%、Nb:0.003~0.04%、V:0.003~0.20%の1種または2種以上を含有し、残部鉄及び不可避的不純物からなる鋼組成の鉄片を、圧延終了温度をAr<sub>3</sub>点以上として熱間圧延を終了したのち20℃/sec以上の冷却速度にて650~800℃にまで冷却し、次いで2~15秒空冷したのち、さらに20℃/sec以上の冷却速度にて350~600℃に冷却して巻き取ることを特徴とする穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

(5) 鋳片に、質量%で、更に、Ca:0.0005~0.01%、Zr:0.0005~0.01%、REM:0.0005~0.05%、の1種または2種以上を含有する前記(4)に記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

(6) 鋳片に、質量%で、更に、Mg:0.0005~0.01%含有する前記(4)または(5)に記載の穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

### 【0010】

#### 【発明の実施の形態】

高強度熱延鋼板において、穴抜け性と延性とは相反する傾向を示すことは良く知られている。本発明者らは上記課題を解決するために鋭意研究した結果、フェライト・ベイナイト鋼においてフェライト結晶粒をできる限り一定値以上の粒径とすることによって穴抜け性を劣化させることなく延性が改善できることを知見し、本発明を完成するに至った。即ち、フェライト・ベイナイトの実質的な二相組織鋼において延性を高めるフェライトと強度を確保するTiC、NbC、VCからなる析出物に着目し、フェライト粒を十分成長させることにより穴抜け性を低下させずに延性を改善し、その後に析出物を生成させて強度を確保することによって上記課題を解決したものである。即ち、低C-低Si-高Al-(Ti、Nb、V)成分系で、MnとAlが特定の関係のもとで本発明鋼板の特定の金属組織を得ることによって、穴抜け性、延性及び化成処理性の三つの特性を同時に満足する高強度熱延鋼板が得られることを本発明者らは新たに見出したものである。更にはその工業的に有利な製造方法を見出したものである。尚、(Ti、Nb、V)とは、Ti、Nb、Vの1種又は2種以上の特定量の含有を意味する。

### 【0011】

以下、鋼組成の各元素含有量の%は質量%を示す。本発明において高強度熱延鋼板中のCは0.02~0.08%とする。Cは炭化物を析出して強度を確保するに必要な元素であって0.02%未満では、たとえ本発明の高Al-(Ti、Nb、V)成分系でも所望の強度を確保することが困難になる。一方、0.08%を超えると延性の低下が大きくなるからである。

### 【0012】

Siは、有害な炭化物の生成を抑えフェライト組織主体+残ベイナイトの複合組織を得るために重要な元素であるが、化成処理性を悪化させ、また、Siスケルも発生するため、0.5%を上限とする。0.25%超では、熱延鋼板の製造時に前記の金属組織を得るために温度管理が厳しい場合があるので、Si含有量は、0.25%以下が更に好ましい。

#### 【0013】

Mnは、強度の確保に必要な元素であり、このためには0.50%以上の添加を必要とする。しかし、3.5%を超えて多量に添加するとミクロ偏析、マクロ偏析が起りやすくなり、穴抜け性を劣化させる。なお、穴抜け性と延性を効果的に両立させるにはMnの範囲を1.00~3.50%とするのが望ましい。

#### 【0014】

Pはフェライトに固溶してその延性を低下させるので、その含有量は0.03%以下とする。また、SはMnSを形成して破壊の起点として作用し著しく穴抜け性、延性を低下させるので0.01%以下とする。

#### 【0015】

Alは、本発明において重要な元素の一つで、延性と化成処理性の両立に必要な元素であり、このため0.4%以上の添加を必要とする。Alは、従来より熱延鋼板において脱酸に必要な元素であり、通常0.01~0.07%程度添加してきた。本発明者らは、低C-低Si系でAlを著しく多量に含有させた鋼組成をベースに金属組織の異なる高強度熱延鋼板で各種実験を行い、本発明に至ったものである。すなわち、Alが0.4%以上で、前記の金属組織を形成することにより化成処理性を損なうことなく、延性を大幅に向上できることを見出した。Alは、2.0%で延性向上効果が飽和してしまうばかりか、2.0%超の添加では穴抜け性、延性と化成処理性の両立が逆に困難になってしまうので、2.0%超の添加は、経済的に不利である。

#### 【0016】

また、延性と化成処理性の両立には、MnとAlの関係の規定も重要である。図1にMnとAlの含有量と化成処理性の関係を示す。図中の太実線は線上を含むが、破線は線上は除く。また、図1中の○、×は、後述の注4)の化成処理性

評価の○、×と同様に評価した。図1に示すように、 $Mn + 0.5 \times Al < 4$  . . . 式 (A) の条件の場合、化成処理性が損なわれない事を本発明者らは新たに見出した。

理由は不明であるが、高Al系で (A) の成分を満足した前記の本発明金属組織の場合には、フェライト・ベイナイトの実質的な二相組織鋼で粒径  $2\mu m$  以上のフェライトの割合が40% 以上であるフェライト粒にAlが多量に固溶し、下記のTi、Nb、V の炭化物析出強化が、従来の低Al系の異なる金属組織（例えばフェライト・マルテンサイト二相組織、実質的にベイナイト単相からなる組織）の場合よりも有効に発揮されるので、高強度熱延鋼板において化成処理性が良好になると発明者らは推定している。

#### 【0017】

Ti、Nb、V も本発明において最も重要な元素の一つであり、TiC、NbC、VCなどの微細な炭化物を析出させて本発明では高強度を可能にする。この目的のためにはTi 0.003 ~0.20%、Nb 0.003~0.04%、V 0.003~0.20%の1種または2種以上を添加することが必要である、Tiが0.003 %未満、Nbが0.003 %未満、V 0.003%未満では、本発明の高Al系でも高強度を得ることが困難であり、Tiが0.20%、Nbが0.04%、Vが0.20%を超えると析出物が多量生成しすぎて延性が劣化するからである。尚、Ti、Nb、Vは、析出物を更に有効に活用するには、Ti 0.010%以上、Nb 0.010%以上、V 0.030 %以上の含有が好ましい。

#### 【0018】

Ca、Zr、REM は硫化物系介在物の形態を制御し穴抜け性の向上に有効な元素である。この形態制御効果を有効ならしめるためにはCa、Zr、REM の1種または2種以上を0.0005%以上添加するのが望ましい。一方、多量の添加は硫化物系介在物の粗大化を招き、清浄度を悪化させて本発明の低C-低Si-高Al-(Ti、Nb、V)成分系であっても延性を低下させるのみならず、コストの上昇を招くので、CaとZrの上限を0.01%とし、REM の上限を0.05%とする。尚、REM とは、例えば、元素番号21, 39, 57~71の元素である。

#### 【0019】

Mgは、本発明における重要な添加元素の一つである。Mgはこの添加により、酸

素と結合して酸化物を形成するが、このとき生成されるMgO、またはMgOを含むAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MnO、Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の複合酸化物微細化は、Mgを添加しない従来の低Al鋼に比べ、個々の酸化物のサイズが小さく、均一に分散した分布状態となることを本発明者らは新たに見出した。鋼中に微細に分散したこれらの酸化物は、明確ではないが打抜き加工時に微細ボイドを形成し、応力の分散に寄与し応力集中を抑制することで粗大クラックの発生を抑制する効果があり、穴抜け性の向上に効果があると考えられる。ただし、0.0005%未満ではその効果が不十分である。一方で0.01%超を含有せしめても改善効果が飽和するばかりでなく、逆に凝集粗大化した酸化物が生成し易く鋼の清浄度を劣化させ、本発明の低C-低Si-高Al-(Ti、Nb、V)成分系であっても穴抜け性、延性を劣化させるため上限を0.01%とする。

不可避不純物としては、例えば、N≤0.01%、Cu≤0.3%、Ni≤0.3%、Cr≤0.3%、Mo≤0.3%、Co≤0.05%、Zn≤0.05%、Sn≤0.05%、Na≤0.02%、K≤0.02%、B≤0.0005%で含有していても本発明を逸脱するものではない。

### 【0020】

フェライト粒径の大きさは、本発明において最も重要な指標の一つである。本発明者らは鋭意研究した結果、粒径が2μm以上のフェライトの占める面積率が40%以上となると穴抜け性と延性（例えば伸び）が共に優れた性能になることも見出した。図2は、引張強さ780～820N/mm<sup>2</sup>、λ値100～115の高強度熱延鋼板において、粒径が2μm以上のフェライトの占める面積率が40%以上（実施例）の引張強度と伸びの関係と、粒径が2μm以上のフェライトの占める面積率が40%以下（比較例）での引張強度と伸びの関係を示した図である。比較例もMn+0.5×Al<4···式（A）を満足する成分系であるが、製造方法が異なり、粒径が2μm以上のフェライトの占める面積率が40%以下であった。図2に示すように粒径が2μm以上のフェライトの占める面積率が40%以上の場合、40%以下に比較して同一強度にて伸びが3～5%程度高い値を示している。

穴抜け性、延性を良好にして両立させるには、粒径が2μm以上のフェライト粒の割合を40%以上とする必要がある。なお、より顕著な効果を得るには粒径が

3  $\mu$  m以上のフェライト粒の割合を40%以上とするのが望ましい。尚、粒径は各粒の面積を円相当径に換算して求めることができる。この換算には、画像解析装置を用いることが有効である。

### 【0021】

高強度熱延鋼板における金属組織は実質的にフェライトとベイナイトの二相組織よりなるものとする。ここで、金属組織には粒径 2  $\mu$  m以上のフェライトが40%以上含まれるので、金属組織はフェライト40%以上のフェライト・ベイナイトの実質的に二相組織となる。例えば、本発明の金属組織としては、2  $\mu$  m以上の粒径のフェライトが40%以上で、残部が2  $\mu$  m未満の粒径のフェライトとベイナイトのもの、又は、2  $\mu$  m以上の粒径のフェライトが40%以上で残部がベイナイトのみのものとすることができる。このようにベイナイトを60%以下とするのは、ベイナイトの量がこれより多くなると延性の低下が著しく大きくなり、高Al系であっても良好な引張強度と伸びの関係を得にくくなるからである。但し、残留オーステナイトが通常のX線回折強度で測定した場合に3 %以下含有していても、本発明のフェライト・ベイナイトの実質的な二相組織を逸脱するものではない。また、熱延鋼板の表面近傍に、極薄（例えば厚みで0.05~0.3 mm程度）の炭素等の鋼組成が若干低下した領域が一部存在し、金属組織が若干異なるとしても、熱延鋼板の板厚方向の大部分が上記のフェライト・ベイナイトの実質的な二相組織で粒径 2  $\mu$  m以上のフェライトが40%以上含まれる金属組織であれば本発明の作用効果を有するものである。

### 【0022】

本発明は上記の鋼組成と金属組織を有する高強度熱延鋼板と、更にその鋼板を工業的に有利に製造するための高強度熱延鋼板の製造方法である。

高強度熱延鋼板を熱間圧延により製造するに際して、本発明の低C-低Si-High Al成分系では、熱間圧延終了温度、即ち熱間圧延の仕上圧延終了温度は、フェライトの生成を抑え穴抜け性を良好にし、良好な化成処理性を得るにはAr<sub>3</sub>点以上とすることが好ましい。Ar<sub>3</sub>点は、熱間圧延にてフェライトが生成し始める温度であるが、公知の計算式または経験的に求めた計算式等を用いて決めてかまわない。しかし、あまり高温にすると金属組織の粗大化による強度及び延性の低下を

招く場合があるので仕上げ圧延終了温度は1050°C以下が望ましい。鋳片を加熱するか否かは、鋼板の圧延条件により適宜決めればよいし、熱延鋼板を熱間圧延中に次の熱延鋼板又は鋳片を接合して連続圧延するかは、本発明の金属組織が得られるなら適宜選択することができる。尚、鋼溶製は、転炉方式でも電炉方式でも、溶解して鋼組成が得られれば良い。また、不純物などの制御のための、溶銑予備処理、精錬、脱ガス処理などは適宜選択すれば良い。

#### 【0023】

熱間圧延の仕上圧延終了直後に鋼板を急速冷却（一次急冷）することは、本発明の低C-低Si-高Al成分系において高い穴抜け性を得るために有効であって、その冷却速度は20°C/sec以上が好ましい。20°C/sec未満では穴抜け性に有害な炭化物形成を抑制するのが困難な場合がある。尚、250°C/secで炭化物析出の粗大化抑制効果は飽和するが、250°C/sec以上でもフェライト結晶粒が成長してフェライト結晶粒径が2μm以上を金属組織の40%以上確保するには有効である。600°C/sec超では、フェライト結晶粒の成長効果も飽和し、逆に、熱延鋼板の形状の維持が現状容易ではないので600°C/sec以下が望ましい。

#### 【0024】

鋼板の急速冷却（一次急冷）を一旦停止して空冷を施すことは本発明の低C-低Si-高Al成分系において、フェライトを析出してその占有率を増加させ、延性を向上させるために重要である。しかしながら、空冷開始温度が650°C未満では穴抜け性に有害なパーライトが早期より発生する。一方、空冷開始温度が800°Cを超える場合にはフェライトの生成が遅く空冷の効果が得にくいくばかりでなく、その後の冷却中におけるパーライトの生成が起こりやすいので望ましくない。従って、空冷開始温度は650~800°Cとするのが好ましい。また、空冷時間が15秒を超えるてもフェライトの増加は飽和するばかりでなく、その後の冷却速度、巻取温度の制御に負荷がかかるので工業的に好ましくない。従って、空冷時間は15秒以下とする。なお、空冷時間が2秒未満ではフェライトを十分析出させることはできないので好ましくない。また、本発明の空冷には、その後の金属組織の生成に影響を及ぼさない程度に、熱延鋼板表面付近のスケール改質の目的で霧状の冷媒を少量吹き付けることも含まれる。

## 【0025】

空冷後は再度該熱延鋼板を急速に冷却（二次急冷）するが、その冷却速度はやはり20°C/sec以上が好ましい。20°C/sec未満では有害なパーライトが生成し易くなるから好ましくない。200 °C/secでベイナイトの生成はほぼ飽和するが、200 °C/sec以上でもTiC、NbC、VCなどの微細な炭化物の粗大化抑制には有効である。尚、600 °C超では、鋼板が部分的に過冷される場合があり、局部的に硬質なマルテンサイトが生成し易いので好ましくはない。

## 【0026】

そして、この急冷（二次急冷）の停止温度、即ち巻取温度は350 ~600 °Cとする。巻取温度が350 °C未満では穴抜け性に有害な硬質のマルテンサイトが発生するためであり、一方、600 °Cを超えると穴抜け性に有害なパーライトが生成し易くなるからである。

## 【0027】

以上のように本鋼組成と熱延条件の組み合わせにより、鋼板の金属組織が粒径2μm以上のフェライトの割合が40%以上であるフェライト・ベイナイトの実質的な二相組織であって、引張強度590N/mm<sup>2</sup>以上である穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板を製造することができる。更に、本発明鋼板の表面に表面処理（例えば亜鉛メッキ、潤滑処理等）が施されていても本発明の効果を有し、本発明を逸脱するものではない。

## 【0028】

## 【実施例】

表1に示す化学成分組成（含有量は質量%、空欄は無添加を示す）を有する鋼を転炉溶製して、連続鋳造により鋳片とし、表2に示す熱延条件にて圧延・冷却し、板厚2.6（実施例1～16、比較例1～3）、3.2mm（実施例17～32、比較例4～6）の熱延鋼板を製造した。なお、急速冷却の速度を40°C/sec（実施例1～15、比較例1～4）、120 °C/sec（実施例16～30、比較例5）、300 °C/sec（実施例31、32、比較例6）、空冷時間は10秒（実施例1～32、比較例1～6）とした。但し、熱間圧延の仕上圧延終了温度は、900 °C（実施例1～32、比較例4～9）、930 °C（比較例1～3）であった。

【0029】

【表1】

	鋼組成(質量%)														
	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Nb	Ti	V	Ca	Zr	REM	Mg	Mn+0.5Al
実施例1	0.03	0.01	1.50	0.015	0.0100	0.0030	0.40	0.010	0.020	0.050					1.70
実施例2	0.03	0.01	1.23	0.015	0.0100	0.0030	0.60	0.040	0.200	0.050					1.53
実施例3	0.03	0.005	3.00	0.001	0.0020	0.0005	1.10	0.020	0.080	0.100					3.55
実施例4	0.03	0.02	2.40	0.005	0.0050	0.0010	1.40	0.010	0.050		0.0025			0.0025	3.10
実施例5	0.03	0.02	0.60	0.012	0.0060	0.0050	2.00	0.000	0.150	0.100		0.0025			1.60
実施例6	0.04	0.30	1.60	0.030	0.0100	0.0030	0.40	0.020		0.060				0.0025	1.80
実施例7	0.05	0.01	2.50	0.040	0.0020	0.0100	0.50	0.010		0.040				0.0040	2.75
実施例8	0.04	0.01	1.56	0.030	0.0010	0.0080	0.80	0.040	0.030	0.060	0.0025			0.0060	1.96
実施例9	0.04	0.005	0.56	0.015	0.0010	0.0009	1.40	0.020	0.100		0.0010				1.26
実施例10	0.05	0.02	1.23	0.012	0.0015	0.0020	2.00	0.010	0.050	0.010	0.0080		0.0025	0.0350	2.23
実施例11	0.05	0.02	2.50	0.012	0.0020	0.0025	0.70		0.030	0.000		0.0060	0.0040		2.85
実施例12	0.05	0.015	1.00	0.015	0.0040	0.0035	0.60	0.020	0.020	0.070			0.0060		1.30
実施例13	0.07	0.20	0.70	0.020	0.0020	0.0040	0.80	0.010	0.040	0.020					1.10
実施例14	0.06	0.01	0.56	0.008	0.0100	0.0025	1.40	0.040	0.100	0.050				0.0320	1.26
実施例15	0.06	0.02	1.80	0.012	0.0100	0.0020	1.70		0.050				0.0025	0.0100	2.65
実施例16	0.06	0.02	1.56	0.012	0.0040	0.0025	0.40	0.010	0.030	0.030	0.0025		0.0040	0.0100	1.76
実施例17	0.08	0.015	0.60	0.015	0.0010	0.0035	0.60		0.080	0.070	0.0010		0.0060		0.85
実施例18	0.08	0.01	3.50	0.016	0.0100	0.0040	0.80	0.020	0.040	0.020	0.0080				3.50
実施例19	0.08	0.01	3.00	0.008	0.0020	0.0025	1.40	0.010	0.230	0.050		0.0080			3.70
実施例20	0.08	0.005	1.56	0.002	0.0010	0.0015	2.00	0.040	0.150	0.030					2.56
実施例21	0.05	0.01	0.60	0.016	0.0010	0.0040	0.60	0.010	0.100	0.020			0.0025		0.90
実施例22	0.06	0.01	0.80	0.008	0.0015	0.0025	0.80	0.040	0.000	0.050	0.0025		0.0025		1.20
実施例23	0.06	0.02	2.30	0.012	0.0020	0.0020	1.40	0.030	0.050		0.0010		0.0035		3.00
実施例24	0.06	0.02	1.66	0.012	0.0040	0.0025	1.70	0.010	0.030	0.020	0.0080				2.41
実施例25	0.08	0.015	0.80	0.015	0.0100	0.0035	0.60	0.040	0.020	0.070		0.0020		0.0100	1.10
実施例26	0.04	0.01	3.20	0.016	0.0020	0.0040	1.20	0.040	0.200	0.150			0.0025		3.80
実施例27	0.04	0.01	1.23	0.008	0.0010	0.0025	1.40	0.010	0.230	0.050			0.0040		1.93
実施例28	0.04	0.005	1.56	0.002	0.0010	0.0015	2.00	0.040	0.150	0.030			0.0060	0.0300	2.56
実施例29	0.05	0.015	0.80	0.015	0.0015	0.0035	1.50	0.020	0.060	0.030					1.55
実施例30	0.05	0.01	1.20	0.016	0.0020	0.0040	0.80	0.040	0.020	0.070			0.0025		1.60
実施例31	0.05	0.01	2.50	0.008	0.0040	0.0025	1.40	0.040	0.040	0.020			0.0040		3.20
実施例32	0.08	0.005	1.56	0.002	0.0020	0.0015	2.00	0.010	0.230	0.050			0.0060		2.56
比較例1	0.005	0.01	3.00	0.015	0.010	0.0030	3.00	0.020	0.050	0.010			0.0025		4.50
比較例2	0.010	1.50	3.20	0.015	0.010	0.0030	2.10	0.010	0.050	0.050			0.0040		4.25
比較例3	0.015	1.50	2.20	0.001	0.002	0.0005	0.04	0.040	0.050	0.100			0.0060		2.22
比較例4	0.12	0.80	3.50	0.005	0.005	0.0010	1.20	0.020	0.100		0.0010				4.10
比較例5	0.20	1.20	2.50	0.012	0.012	0.0050	0.04	0.020	0.300		0.0080				2.52
比較例6	0.15	0.60	2.50	0.015	0.010	0.0030	0.05	0.010	0.400	0.050			0.0040		2.53
比較例7	0.12	0.80	3.50	0.005	0.005	0.0010	1.40	0.020	0.100		0.0010				4.20
比較例8	0.20	0.01	2.50	0.012	0.012	0.0050	0.04	0.020	0.050	0.100	0.0080				2.52
比較例9	0.15	0.01	2.00	0.015	0.010	0.0030	0.05	0.010	0.100	0.050			0.0040		2.03

成分の空白は無添加。本発明の範囲外は斜体字。

【0030】

【表2】

	空冷開始 温度(°C)	巻取温度°C	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び(%)	入値	粒径2μm以上の フェライトの割合 (%)	化成処 理性	備考
実施例1	710	350	638	26	99	70	○	
実施例2	700	550	1,012	15	62	42	○	
実施例3	720	600	963	19	66	54	○	
実施例4	650	450	692	28	94	82	○	
実施例5	680	420	827	24	79	83	○	
実施例6	720	380	708	24	89	65	○	
実施例7	690	500	649	27	98	68	○	
実施例8	710	520	725	24	88	66	○	
実施例9	700	550	664	28	98	84	○	
実施例10	720	480	615	32	109	95	○	
実施例11	650	350	647	27	99	75	○	
実施例12	680	550	656	26	97	69	○	
実施例13	720	600	580	30	111	84	○	
実施例14	690	450	777	24	83	74	○	
実施例15	710	420	630	31	105	96	○	
実施例16	700	380	643	28	98	69	○	
実施例17	720	500	696	24	91	63	○	
実施例18	650	350	843	22	76	59	○	
実施例19	710	550	1,173	15	55	51	○	
実施例20	700	600	934	21	70	74	○	
実施例21	720	450	648	26	98	71	○	
実施例22	650	420	618	28	104	79	○	
実施例23	680	380	748	26	87	78	○	
実施例24	720	500	625	31	106	95	○	
実施例25	690	350	701	24	91	67	○	
実施例26	680	350	1,363	12	47	44	○	
実施例27	720	600	992	18	65	59	○	
実施例28	690	450	914	22	72	76	○	
実施例29	690	350	640	29	102	92	○	
実施例30	680	550	718	24	89	66	○	
実施例31	720	600	787	24	82	72	○	
実施例32	690	450	1,042	19	62	70	○	
比較例1	650	500	771	30	88	96	×	
比較例2	680	350	944	23	69	94	×	
比較例3	720	550	1,019	15	61	45	×	
比較例4	690	600	1,008	19	64	62	×	
比較例5	680	450	1,313	9	48	33	×	低延性
比較例6	690	450	1,521	5	41	10	×	低延性
比較例7	690	600	1,008	20	64	66	×	
比較例8	680	450	951	15	66	35	○	低延性
比較例9	690	450	889	14	70	39	○	低延性

【0031】

このようにして得られた熱延鋼板について、引張試験、穴抜け試験、金属組織観察、化成処理性評価を行なった。その結果を表2に示す。

## 注1) 引張強度、延性

JIS Z 2201に準拠して、試験片はJIS5号を用いて引張試験を行った。

## 注2) 穴抜け性

穴抜け試験は初期穴径 ( $d_0:10\text{mm}$ ) の打抜き穴を60°円錐ポンチにて押し抜け、クラックが板厚を貫通した時点での穴径 ( $d$ ) から穴抜け値 ( $\lambda$  値)  $= (d-d_0)/d_0 \times 100$  を求めて穴抜け性を評価した。これらの結果を表2に示す。

## 注3) 鋼板の金属組織

金属組織観察においては、ナイタールで腐食後、走査電子顕微鏡にてフェライト、ベイナイトを同定し、粒径  $2\text{ }\mu\text{m}$  以上のフェライトの面積率を画像解析により測定した。

## 注4) 化成処理性

熱延鋼板の化成処理性は、表面スケールを除去後に、化成処理液SD5000（日本ペイント社製）を用い、処方どおり脱脂、表面調整を行った後化成処理を行った。化成処理皮膜の判定は、SEM（2次電子線像）により、均一に皮膜が形成されているものは○、皮膜が一部形成されていないものは×と判定した。

## 【0032】

実施例1～32は、化学成分、仕上圧延終了温度、空冷開始温度、巻取温度の何れも本発明の範囲内であって、金属組織がフェライト・ベイナイト二相よりも、且つ、粒径  $2\text{ }\mu\text{m}$  以上のフェライトの割合が40%以上である本発明例であり、高い  $\lambda$  値と伸びを有する穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板である。一方、比較例1～9の本発明の条件を外れた比較例のものは強度、穴抜け性、延性のバランス、化成処理性に劣るものである。

## 【0033】

また、表1、表2には示していないが、実施例1に示す鋼成分の鉄片を用いて熱間圧延終了温度 920°C、その後625°Cまで一次急冷（冷却速度40°C/sec）し、空冷開始温度 625°Cで10秒空冷し、更に二次急冷（冷却速度20°C/sec）し、巻取温度 460°Cとして熱間圧延した場合には空冷開始温度が本発明の範囲より低過ぎたために金属組織にパーライトが数%生成し、粒径  $2\text{ }\mu\text{m}$  以上のフェライト

の面積率も36%が低く本発明の範囲外であった。従って伸び19%、 $\lambda$ 値95%となり、穴抜け性、延性バランスの劣るものであった。また、同様に実施例1に示す鋼成分の鋳片を用いて熱間圧延終了温度 910°C、その後675 °Cまで一次急冷（冷却速度100 °C/sec）し、空冷開始温度 680°Cで10秒空冷し、更に二次急冷（冷却速度20°C/sec）し、巻取温度 320°Cとして熱間圧延した場合には巻取温度が本発明の範囲より低過ぎたために金属組織にマルテンサイトが10%程度生成し、粒径2  $\mu$ m以上のフェライトの面積率が33%と低いものであって、このため伸び20%、 $\lambda$ 値63%となり、やはり穴抜け性、延性バランスの劣るものとなってしまった。

#### 【0034】

#### 【発明の効果】

以上に詳述したように、本発明によれば引張強度が590N/mm<sup>2</sup>以上の高強度であって穴抜け性、延性および化成処理性に優れた高強度熱延鋼板を経済的に提供することができるで本発明は高い加工性を有する高強度熱延鋼板として好適である。また、本発明の高強度熱延鋼板は車体の軽量化、部品の一体成形化、加工工程の合理化が可能であって、燃費の向上、製造コストの低減を図ることができるとして工業的価値大なものである。

#### 【図面の簡単な説明】

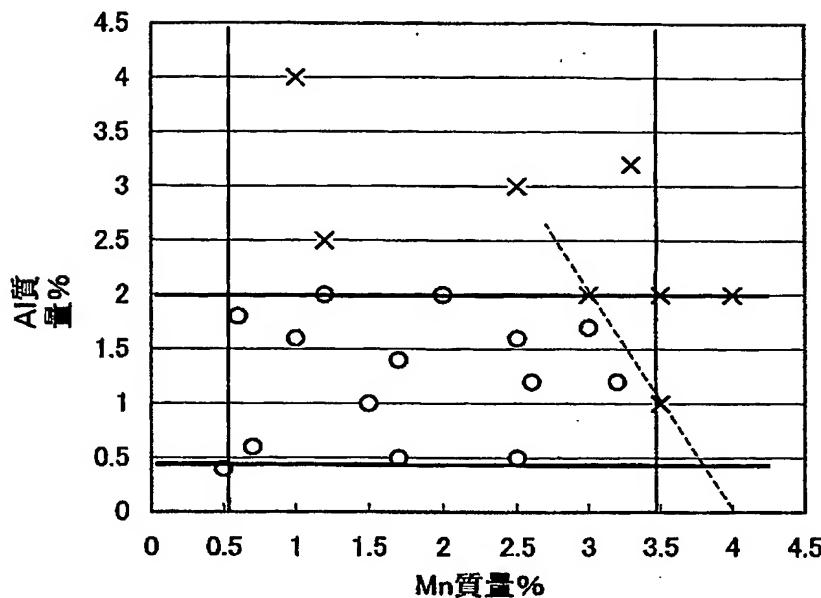
【図1】 穴抜け性、延性及び化成処理性に優れたMnとAlの関係を示す説明図である。

【図2】 フェライト・ベイナイトの実質的な二相組織の高強度熱延鋼板において、フェライト分布と引張強度-伸びバランスとの関係を示す説明図である。

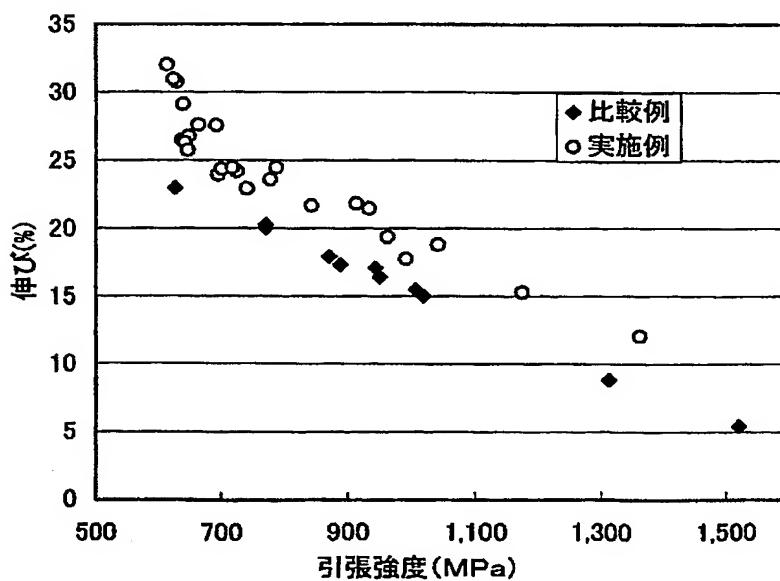
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 穴抜け性、延性及び化成処理性に優れた高強度熱延鋼板（引張強度が590N/mm<sup>2</sup>以上）およびその鋼板の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 低C-低Si-高Al系でTi, Nb, Vの1種又は2種以上を特定量含有する鋼組成の高強度熱延鋼板であって、該鋼板の金属組織が粒径2μm以上のフェライトの割合が40%以上であるフェライトとベイナイトの二相組織である高強度熱延鋼板。および、前記鋼組成と同じ鋳片を、圧延終了温度をAr<sub>3</sub>点以上として熱間圧延を終了したのち20°C/sec以上の冷却速度にて650～800°Cにまで冷却し、次いで2～15秒空冷したのち、さらに20°C/sec以上の冷却速度にて350～600°Cに冷却して巻き取る高強度熱延鋼板の製造方法。更に、前記した高強度熱延鋼板および鋳片にはCa, Zr, REMの1種又は2種以上を特定量含有しても良い。

【選択図】 なし

特願 2002-377097

出願人履歴情報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

氏 名 新日本製鐵株式会社